

基于灰色GM(1,1)模型的北京市人口老龄化预测

袁小力

上海工程技术大学管理学院, 上海

收稿日期: 2023年8月24日; 录用日期: 2023年10月9日; 发布日期: 2023年10月18日

摘要

当前,我国乃至全球人口老龄化形势严峻,老年人口数量逐年上升,我国面临人口老龄化的巨大挑战。人口老龄化的预测对城市未来发展具有重要参考价值,本文以北京市为例,从北京市统计局中获取2010~2020年老龄人口数据进行分析,根据灰色系统模型GM(1,1)的建模机理,建立灰色预测模型,对未来10年的北京市人口老龄化情况进行预测。

关键词

北京市, 老龄化, GM(1,1)模型

Population Aging Prediction in Beijing Based on Gray GM(1,1) Model

Xiaoli Yuan

School of Management, Shanghai University of Engineering Science, Shanghai

Received: Aug. 24th, 2023; accepted: Oct. 9th, 2023; published: Oct. 18th, 2023

Abstract

At present, the aging situation of China's and even the world's population is grim, the number of elderly population is increasing year by year, and China is facing the great challenge of population aging. The prediction of population aging has important reference value for the future development of the city. Taking Beijing as an example, this paper obtains the data of the elderly population from 2010 to 2020 from the Beijing Municipal Bureau of Statistics for analysis, and establishes a gray prediction model according to the modeling mechanism of the gray system model GM(1,1)

to predict the aging population in Beijing in the next 10 years.

Keywords

Beijing, Aging, GM(1,1) Model

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

当前,人口老龄化已成为全球普遍现象。人口老龄化是当前全国、全球共同面临的挑战,是经济发展和多种因素共同作用的结果,中国人口老龄化规模大、程度深、速度快。按照国际通行划分标准,当一个国家或者地区 65 岁及以上人口占比超过 7%时,意味着进入老龄化社会;占比达到 14%,为深度老龄化社会合集;占比达到 20%,为超老龄化社会。“十四五”规划期间,我国将由老龄化社会进入到老龄社会。在这一时期,我国出生高峰期二十世纪六十年代出生的人口即将进入老年,预计到 2025 年,60 岁以上人口占总人口比重将达到 20%,而 65 岁以上人口占比将达 14%,这一数据意味着我国将步入中度老龄化社会,且将持续向重度甚至深度老龄化社会迈进,到 2050 年,预计 65 岁以上老年人口占总人口比重将接近 30%,我国人口老龄化将达到最高峰[1]。随着人口老龄化程度的不断加深,大规模快速的人口老龄化,会对我国经济、社会等各领域带来巨大挑战。党的十九届五中全会提出将积极应对人口老龄化上升为国家战略。于是,科学合理的老龄人口预测重要性凸显。第七次人口普查数据显示,2020 年,北京市 65 岁及以上人口占常住人口的比重达到 13.3% [2],人口老龄化程度进一步加深,面对全国乃至全球的老龄化严峻形势,北京市人口老龄化问题不容小觑,人口老龄化的预测对未来北京市的发展具有重要参考价值。然而,人口发展趋势受到多种因素的影响,且其中的众多因素是不断变化、具有不确定性的,这为人口发展的精准预测带来困难[3]。灰色预测广泛应用于众多研究领域,其作为一种不需要知道数据的分布类型,只需数据满足非负单调条件则可拟合该模型,尤其在短期预测方面优于其他预测模型,同时该模型除对样本大小、数据类型与分布均无特殊要求外,还具备简单易学、预测精度高等优点。本文就近年来北京市的人口老龄化发展数据进行研究预测,从北京市统计局获取 2010~2020 年北京市的人口数据进行分析,并且根据 GM(1,1)模型的建模机理,建立灰色预测模型。对未来 10 年的北京市人口老龄化情况进行预测,通过实证分析,提出了适宜性的对策。

2. 北京市人口老龄化现状

1) 老年人口规模增加、增速过快。2020 年,北京市 60 岁及以上常住人口达到 429.9 万人,相比 2010 年增加了 183.9 万人,年均增长 5.7%,其中 65 岁及以上常住人口达到了 291.2 万人,比 2010 年增加了 120.3 万人,年均增长 5.5%。老年人口的增长速度快于常住人口[4],可见老龄化形势之严峻。

2) 老龄化进程加快、程度加深。2010 年~2020 年,北京市 60 岁及以上老年人口比重上升了 7.1 个百分点,65 岁及以上老年人口的比重上升了 4.6 个百分点[5]。与上个十年相比,上升幅度分别提高了 7.1 个百分点和 4.3 个百分点,表明北京市老龄化的进程在加快。

3) 老年人口质量不断提高。全市 60 岁及以上老年人口中,拥有大学专科及以上文化程度的有 88.7 万人,占 60 岁及以上老年人口的比重为 20.6%,与 2010 年相比,比重提高了 1.8 个百分点[5]。

4) 老年人口年龄构成以低龄老年人口为主。从老年人口的年龄构成上看,北京市老年人口以 60~69 岁低龄老年人口为主,2020 年为 258.1 万人,占 60 岁及以上老年人口的 60%,与 2010 年相比,占比提高了 8.5 个百分点[5]。

3. 老年人口 GM(1,1)模型构建

3.1. 灰色预测与数据来源

灰色系统理论是我国学者邓聚龙创立的,主要解决信息不完全、行为模式不确定、运作机制不清楚等情况下的问题。通常,将部分信息已知,部分信息未知的系统称为灰色系统。灰色系统理论是研究和解决分析、建模、预测、决策和控制的理论[6]。灰色系统理论认为:任何随机过程都可以看作是一定时空区域变化的灰色过程,随机量可以看作是灰色量。无规的离散时空数列是潜在的、有规序列的一种表现,通过生成变换可将无规序列变成可以满足灰色建模条件的有规序列[7]。灰色系统理论建模实际上是对生成数列的建模。GM(1,1)模型在小样本、非线性和非稳定的时间序列预测问题中表现出较好的适应性。在人口老龄化预测中,老龄化与经济发展水平、生育政策、人口增长等诸多因素有关,是一个既含有已知又含有未知非确定信息、混合的信息不完全系统,是一个典型的灰色系统,由于人口数据存在复杂的非线性、不稳定特征,采用 GM(1,1)模型可以更好地捕捉和预测这些变化。因此,选择灰色预测方法建立模型对其进行预测[8]。本文采用的数据来自《北京统计年鉴》,采用北京市 2010~2020 年 65 岁以上老年人口数作为原始数列,通过建立灰色 GM(1,1)模型对未来 10 年的老年人口进行预测。

3.2. 建立 GM(1,1)模型

通过在 Excel 表格里输入北京市 2010~2021 年 65 岁以上人口数据,构建北京市人口老龄预测模型[9]:灰色 GM(1,1)预测公式为:

$$x^{(1)}(t+1) = \left[x^{(0)}(1) - \frac{\mu}{\alpha} \right] e^{-\alpha t} + \frac{\mu}{\alpha}$$

原始序列:

$$x^{(0)}(t) = \{171.0, 184.7, 196.7, 205.0, 227.5, 241.2, 252.6, 264.7, 273.0, 280.4, 291.2\},$$

由此得到一次累加数据序列:

$$x^{(1)}(t) = \{170.0, 355.7, 552.4, 757.4, 984.9, 1226.1, 1478.7, 1743.4, 2016.4, 2296.8, 2588.0\}.$$

构造 B 矩阵及数据向量 Y, 带入北京市 65 岁以上人口数据得:

$$B = \begin{bmatrix} -263.35 & -454.05 & -654.90 & -871.15 & -1105.50 & -1352.40 & -1611.05 & -1879.90 & -2156.60 & -2442.40 \\ 1 & & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

$$Y = [171.0, 184.7, 196.7, 205.0, 227.5, 241.2, 252.6, 264.7, 273.0, 280.4, 291.2].$$

通过计算求得发展系数 $\alpha = -0.049524818$, 灰色作用量 $\mu = 178.35132$, $\mu/\alpha = -3601.25142$ 。

3.3. 模型误差检验

通过计算可以求得,计算出的相对误差为 $2.29\% < 0.01$, C 值为 $0.15 < 0.35$, 精度 $P = 97.71\% > 0.95$, 模型的预测等级较好,则表明使用 GM(1,1)模型预测北京老龄化程度是合理的。最后可以预测到北京市 2021~2030 年 65 岁以上人口数量分别为 314.27 万、330.23 万、346.61 万、364.61 万、383.12 万、402.58

万、423.01 万、444.49 万、467.06 万、490.77 万。

4. 结论与建议

预测结果显示，北京市 65 岁以上人口数量将逐年递增，人口老龄化加剧，老龄化程度不断加深，庞大的老年人口数量将会给经济社会发展带来巨大的挑战。人口老龄化将成为人类社会的常态，也是我国今后相当长一个时期的基本国情。积极应对人口老龄化是一个庞大的系统工程，需要动员社会各方面力量，加强统筹协调，本文试提出以下几点建议：

4.1. 实施更加积极的生育政策，提高生育率

生育率提高是增加未来劳动力人口的直接手段，是应对人口老龄化问题的治本之策。为了实现适度生育水平，2015 年我国正式放开二胎，到 2021 年，我国又发布三胎政策。可见，我国人口结构调整迫在眉睫，然而，想要提高生育率，除了放宽生育限制外，还需要完善一系列相关政策措施。较高的养育成本，和购房压力以及赡养压力，使得年轻人养育多孩的积极性，新生儿某种程度而言，并不只是每个家庭的责任，长远来讲也是社会持续发展的重要因素。因此，国家应该承担一部分养育成本，完善一系列配套措施，例如发放现金或税收补贴、对养育多孩家庭给予购房补贴，完善幼儿托育等基础设施，减轻年轻人的生育养育成本，刺激生育。

4.2. 开发老年人力资源，促进银发经济发展

生活水平提升、医疗水平提高，人类预期寿命增加，加之人们的健康意识增强，在现有的退休政策下，还有相当一部分身体状况较好、受教育程度较高、具备专业知识和丰富工作经验的老年人还拥有在职时的劳动能力却未被较好的加以利用。因此，应该进一步完善退休政策，可实行更具有弹性的退休制度，如逐步推进渐进式延迟退休政策。同时，要充分利用低龄老年人的经验、技能、知识等人力资本，作为社会人力资源的重要来源，对此，政府要发挥老年人再就业的导向作用，出台相关政策法规，保障老年人再就业的相关权益，调动有条件的老年人继续在社会上发挥价值的积极性，以此缓解由于人口老龄化可能引发的劳动力短缺的一系列问题。

4.3. 大力发展老龄产业，抓住新机遇

充分认识老年人群这个超大规模消费群体的消费潜力和消费特点，老龄产业应作为战略性支柱产业加快发展，从而全面应对老龄化，满足老年人的物质和精神需求。如今，随着老年人口素质的提升，对各类养老服务的需求更加多元，也对养老服务质量提出了更高的要求，对此，应加供给侧结构性改革，培养专业养老人才，发展全链条的老龄产业和产业集群。并积极探索将数字化发展成果同老年人共享，让信息技术助力养老服务，同时助力老年人数字融入，提高老年人的生活品质。

4.4. 推动科技创新，促进经济增长

人口是经济社会发展过程中最基础、最活跃的因素，人口问题的本质是经济问题、发展问题。人口老龄化可能会带导致社会缺乏创新活力，降低整个社会的技术创新速度，进一步导致企业的劳动需求减少，给经济增长带来不利影响。因此，要积极推动产业结构转型，推动科技创新，缓解人口老龄化带来的劳动力短缺困境，并加快科技成果转化，促进经济增长，从而为积极应对人口老龄化奠定物质基础。

4.5. 建立健全养老保障体系

构建完善的养老保障体系，需要进一步构建完善、综合的养老服务体系，如多层次基本养老服务体

系、居家社区养老服务体系、养老产业发展和养老服务消费体系、全方位养老服务监督体系、养老服务综合保障体系等，促使老有所医、老有所养、老有所为。

参考文献

- [1] 中国日报网. 积极应对老龄社会——《中国发展报告 2020》发布[EB/OL]. <http://fashion.chinadaily.com.cn/a/202006/15/WS5ee71bb4a31027ab2a8d02d8.html>, 2020-06-15.
- [2] 北京市统计局. 北京市第七次全国人口普查公报(第三号)——人口性别、年龄构成情况[EB/OL]. http://tjj.beijing.gov.cn/tjsj_31433/tjgb_31445/rpqb_31449/202105/P020210519338449145731.pdf, 2021-05-19.
- [3] 姜向群, 杜鹏. 中国人口老龄化对经济可持续发展影响的分析[J]. 市场与人口分析, 2000(2): 1-8.
- [4] 北京市统计局. 北京市第七次全国人口普查主要数据结果新闻发布会记者问答[EB/OL]. http://tjj.beijing.gov.cn/zxfb/202105/t20210519_2393331.html, 2021-05-19.
- [5] 北京市统计局. 北京市第七次人口普查主要数据情况[EB/OL]. http://tjj.beijing.gov.cn/zt/bjsdqcggrkpc/qrbjtd/202105/t20210519_2392982.html, 2021-05-19.
- [6] 谢乃明, 刘思峰. 离散 GM(1,1)模型与灰色预测模型建模机理[J]. 系统工程理论与实践, 2005, 25(1): 93-99.
- [7] 李鲁. 安徽省人口老龄化预测与分析——基于灰色 GM(1,1)模型[J]. 洛阳理工学院学报(社会科学版), 2020, 35(1): 25-31+79.
- [8] 杨梦冉. 基于 GM(1,1)模型的上海市人口老龄化趋势预测[J]. 经济研究导刊, 2019(18): 48-49+134.
- [9] 张振华. 基于灰色 GM(1,1)模型的城市人口老龄化预测[J]. 统计与决策, 2015(19): 76-79.